

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-308381

(P2002-308381A)

(43)公開日 平成14年10月23日(2002.10.23)

(51)Int.Cl.⁷

B 6 7 B 3/26

識別記号

F I

B 6 7 B 3/26

テーマコード*(参考)

3 E 0 8 0

審査請求 未請求 請求項の数19 O.L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2001-114566(P2001-114566)

(22)出願日 平成13年4月12日(2001.4.12)

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 石倉 真治

愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地

三菱重工業株式会社産業機器事業部内

(72)発明者 犬飼 規雄

愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地

三菱重工業株式会社産業機器事業部内

(74)代理人 100102864

弁理士 工藤 実 (外1名)

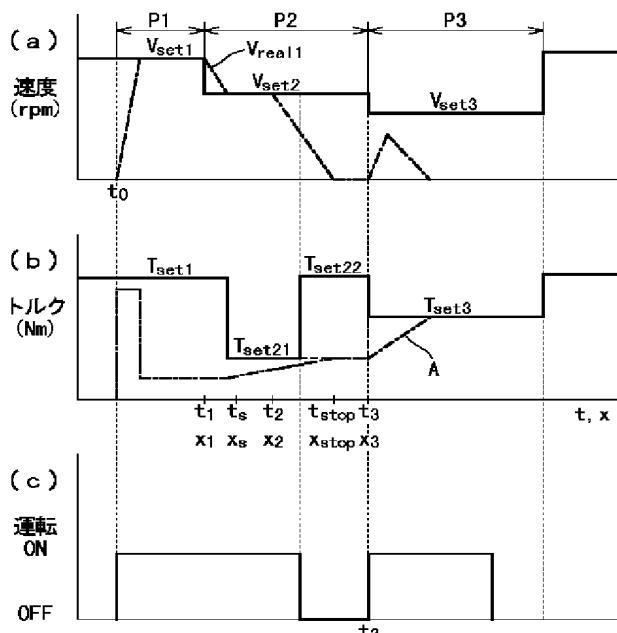
最終頁に続く

(54)【発明の名称】モータ制御型キャッパ、及び、キャッパのモータ制御方法

(57)【要約】

【課題】巻締め終期の巻締めトルクが巻締め基準トルクよりも小さく、且つ、その巻締め基準トルクにより確実に巻締めが行われることを保証すること。

【解決手段】出力制御が行われるモータ12の出力軸14に連結して回転しキャップ15を持持する把持部分13を有する回転体が設けられている。モータ12の制御周期は、複数の順序周期部分を有している。複数のその順序周期部分は、キャップ15がボトル16に接触せずに回転体を回転駆動する予備周期部分P1と、キャップ15がボトル16に接触していくて回転体の速度が低下する仮巻締め周期部分P2と、仮巻締め周期部分P2で低下した速度よりも速い速度で回転体が回転する本巻締め周期部分P3とを有する。仮巻締め周期部分P2で初期条件速度が低下した状態で、本巻締めで回転体を積極的に回転駆動して締め改めるので、トルクを与えていたが回転しない締め付けが起こることが回避される。本巻締めの回転角度は零でない値に管理されて制御されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】出力の制御が行われるモータと、前記モータの出力軸に連結して回転しキャップを把持する把持部分を備える回転体とを含み、前記モータは、前記回転体の運動を制御する複数の順序周期部分を有し、前記順序周期部分は、前記回転体に初期回転エネルギーを与える予備周期部分と、前記キャップがボトルに接触していくて前記回転体の速度が低下する仮巻締め周期部分と、前記仮巻締め周期部分で低下した速度よりも速い速度で前記回転体が回転する本巻締め周期部分とを有するモータ制御型キャッパ。

【請求項2】前記本巻締め周期部分の前記回転体の回転角度は設定回転角度に制御されている請求項1のモータ制御型キャッパ。

【請求項3】前記本巻締め周期部分の前記回転体のトルクは設定トルクよりも小さい請求項1又は2のモータ制御型キャッパ。

【請求項4】前記本巻締め周期部分の前記回転体のトルクは設定トルクよりも小さく、且つ、前記本巻締め周期部分の前記回転体の回転角度は設定回転角度に制御されている請求項1又は2のモータ制御型キャッパ。

【請求項5】前記仮巻締め周期部分の前記回転体の速度は零まで低下する請求項1～4から選択される1請求項のモータ制御型キャッパ。

【請求項6】前記仮巻締め周期部分の回転体は、前記回転体のトルクが低下しないで前記回転体の速度が低下する請求項1～4から選択される1請求項のモータ制御型キャッパ。

【請求項7】前記仮巻締め周期部分の回転体は、前記回転体のトルクが上昇しながら前記回転体の速度が低下する請求項6のモータ制御型キャッパ。

【請求項8】前記キャップに接触し始めた後の規定位置 x_s の前記回転体の前記慣性的回転エネルギーが $I\omega^2$ で表され、ここで I は前記回転体の慣性モーメントであり、前記トルクが T_m で表され、前記回転体が受ける摩擦抵抗に基づく摩擦抵抗トルクが $(T_c + T_h)$ で表され、前記 T_c は前記キャップと前記ボトルとの間の摩擦に基づくトルク関数 $T_c(x)$ であり、前記 T_h は定数であり、前記仮巻締め周期部分の前記回転体が停止する位置が x_{stop} で表され、前記位置 x_s と前記位置 x_{stop} の間の前記回転体の運動方程式と下記式：

$$\int_{x_s}^{x_{stop}} x_s (T_c(x) + T_h - T_m) dx = K I \omega^2$$

K ：比例定数とにより、前記位置 x_s と前記位置 x_{stop} との間の前記仮巻締め周期部分の時間 T が求められ、

前記時間に基づいて前記本巻締めの開始時刻が設定され

る請求項7のモータ制御型キャッパ。

【請求項9】前記仮巻締め周期部分の前半の前記 $T_c(x)$ は項 $(Ax + B)$ を含み、前記仮巻締め周期部分の後半の前記 $T_c(x)$ は項 $(Cx + D)$ を含み、前記時間 T は、前半部分 t_s と後半部分 t_t との合計であり、前記 t_s と前記 t_t はそれぞれに下記式：

【数1】

$$t_s = \frac{\sin^{-1} \frac{-Ax_s - B - T'_H + T'_M}{\sqrt{a^2 + b^2}} - \beta}{-p}$$

$$a = 6\sqrt{AEN}, \quad b = -Ax_s - B - T'_H + T'_M$$

$$\beta = \tan^{-1} \frac{b}{a}$$

$$p = -\sqrt{\frac{A}{E}}$$

【数2】

$$t_t = \frac{\sin^{-1} \frac{-Cx_{stop} - D - T'_H + T'_M}{\sqrt{a^2 + b^2}} - \beta}{p}$$

で表される請求項8のモータ制御型キャッパ。

【請求項10】前記定数の組 (A, B, C, D) の値を変更する定数設定ユニットを更に含む請求項8のモータ制御型キャッパ。

【請求項11】前記仮巻締めの後半で前記回転体に与えるエネルギーは零である請求項10のモータ制御型キャッパ。

【請求項12】前記本巻締め周期部分の回転体は、前記回転体が停止する時点のトルクより大きいトルクを与えられない請求項1～11から選択される1請求項のモータ制御型キャッパ。

【請求項13】下記非順序ステップの集合：
ステップS1：サーボモータの出力軸に連結する回転体に回転エネルギーを与えること
ステップS2：前記回転体エネルギーに対応する慣性力により前記回転体に同体のキャップをボトルの口栓に巻締めること
ステップS3：前記ステップS2の最終速度よりも速い速度で前記キャップを前記口栓に巻締めることを含むキャッパのモータ制御方法。

【請求項14】前記ステップS3の前記回転体の回転角度は規定回転角度に制御されている請求項13のキャッパのモータ制御方法。

【請求項15】前記ステップS2の前記回転体の速度は零まで低下する請求項13又は14のキャッパのモータ制御方法。

【請求項16】前記ステップS3の前記回転体のトルクは、前記ステップS3の巻締め終了時点のトルクを越えない請求項13～15から選択される1請求項のキャッ

バのモータ制御方法。

【請求項17】下記ステップの集合：

ステップS1：回転体の慣性的回転エネルギーにより前記回転体に保持されているキャップをボトルに仮巻締めすること、

ステップS2：前記ステップS1の前記回転体の最終速度よりも速い速度で規定角度だけ規定トルク以下で前記キャップを回転させて本巻締めすることを含むキャッパのモータ制御方法。

【請求項18】前記集合は、

前記ボトルの種類に対応して前記慣性的回転エネルギーの大きさを変更することを更に含む請求項17のキャッパのモータ制御方法。

【請求項19】前記ステップS2の最終速度は零である請求項17又は18のキャッパのモータ制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、モータ制御型キャッパ、及び、キャッパのモータ制御方法に関し、特に、PETボトルのような薄い膜状の容器の巻締めを確実に行うモータ制御型キャッパ、及び、キャッパのモータ制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】多様な瓶に多様な液体・飲料が詰められる。その瓶は、栓によって密封される。栓としてねじ込みキャップが用いられている。PETボトルのように薄い膜状本体で形成されている瓶・ポットの口栓部にはねじが形成されていて、その口栓ねじにキャップねじが螺合される。このようなキャッピングは、1つのキャッパにより1秒間に数十回が行われている。キャッピングは、これが柔かければ衛生管理の点で不具合が生じ、それが硬すぎれば消費者がそれを後に開けることが困難になる。適正な強度のねじ締め・巻締めが重要であり、且つ、その巻締めの適正性が確実であることが重要である。

【0003】適正性と高速性を持った巻締め技術は、特開昭55-5390号で知られている。公知のこのような巻締め技術は、歯車、クラッチのような機械的要素を持つメカ式機械で実現されていて、従来、その巻締め性能は高精度であった。ペットボトルのような華奢な本体を持つ大量の瓶が市場に登場するようになった現在、ベレーキャップと称される巻締め異常を回避するためにも、その巻締め性能はより高精度でありより確実であることが求められる。

【0004】巻締め性能がより高精度でありより確実であるように開発された巻締めキャッパは、特公平3-69794号、特公平5-63399号で知られている。公知のこのような巻締め技術は、サーボモータを用いて、慣性トルクの大きさを時刻列上で制御することにより、巻締め最終段階の締め付けトルクを適正化してい

る。サーボ式キャッパは、多様な瓶詰め工程の製品・巻締め仕様の変更に対応して、慣性トルク、締め付けトルクを自由に変更することができ、このような対応自由性の点でメカ式キャッパに比べて優れている。公知のサーボ式の巻締め技術は、巻締め周期を巻締め開始前と巻締め初期と巻締め後期とに分けて、巻締め初期の慣性トルクと巻締め後期の巻締め強度との関係を重視しているが、サーボモータの運転が実質的に停止しているが慣性トルクが働いている巻締め後期の巻締め作用の重要性の点を明白には意識していない。

【0005】高速成形技術により大量に高速に生産されるPETボトルのような容器は、その寸法精度が高いが、薄く成形されているため、僅かな寸法精度誤差と慣性とが締め付け強度に大きく影響する。密封の高精度化と消費者の開栓容易性とは相反する制御性能が同時に要求される。特に、巻締め工程中の慣性（惰性）的エネルギーが製品1つずつに微妙に異なる場合に、単に計算のみによって巻締めを位置と時刻の両座標系上で制御することは困難である。開栓力は、消費者の側から見て巻締めの重要な要素である。確実な密閉が行われていることはメーカーの義務であるが、開栓力が子ども・女性にとって十分に弱いことが重要である。最終的に締め付ける締め付けが確実であり、且つ、開栓力が十分に弱いことが同時に求められる。

【0006】このような適正化の要素として、巻締め終期の巻締めトルクが巻締め基準トルクよりも小さく、且つ、その巻締め基準トルクにより確実に巻締めが行われることが保証されることが求められる。更に、製品、巻締め仕様の多様な変更に対応して瓶詰め周期と巻締め周期とが同期する全系（転送系）の周期の最適化を即座に行うことができる。最終的な巻締めを確実にするために、最終的な巻締めを開始する時の初期条件が確実に設定され、特に、惰性の影響を回避して基準トルク以下で確実に巻締めが行われたことが保証されることが重要である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、巻締め終期の巻締めトルクが巻締め基準トルクよりも小さく、且つ、その巻締め基準トルクにより確実に巻締めが行われることを保証することができるモータ制御型キャッパ、及び、キャッパのモータ制御方法を提供することにある。本発明の他の課題は、製品、巻締め仕様の多様な変更に対応して瓶詰め周期と巻締め周期とが同期する全系（転送系）の周期の最適化を即座に行うことができるモータ制御型キャッパ、及び、キャッパのモータ制御方法を提供することにある。本発明の更に他の課題は、最終的な巻締めを確実にするために、最終的な巻締めを開始する時の初期条件を確実に設定し、特に、惰性の影響を回避して基準トルク以下で確実に巻締めが行われたことを保証することができるモータ制御型キャッ

バ、及び、キャッパのモータ制御方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】その課題を解決するための手段が、下記のように表現される。その表現中に現れる技術的事項には、括弧()つきで、番号、記号等が添記されている。その番号、記号等は、本発明の実施の複数・形態又は複数の実施例のうちの少なくとも1つの実施の形態又は複数の実施例を構成する技術的事項、特に、その実施の形態又は実施例に対応する図面に表現されている技術的事項に付せられている参照番号、参照記号等に一致している。このような参照番号、参照記号は、請求項記載の技術的事項と実施の形態又は実施例の技術的事項との対応・橋渡しを明確にしている。このような対応・橋渡しは、請求項記載の技術的事項が実施の形態又は実施例の技術的事項に限定されて解釈されることを意味しない。

【0009】本発明によるモータ制御型キャッパは、出力の制御が行われるモータ(12)と、モータ(12)の出力軸(14)に連結して回転しキャップを把持する把持部分(13)を備える回転体(ヘッド換算体)とを含み、モータ(12)は、回転体の運動を制御する複数の順序周期部分を有している。その順序周期部分は、回転体に初期回転エネルギーを与える予備周期部分(P1)と、キャップ(15)がボトル(16)に接触していく回転体の速度が低下する仮巻締め周期部分(P2)と、仮巻締め周期部分(P2)で低下した速度よりも速い速度で回転体が回転する本巻締め周期部分(P3)とを有する。仮巻締め周期部分(P2)で一旦低下した速度よりも速い速度で回転体を回転させて、必ず回転体を零でない回転角度で回転駆動するので、本巻締め周期部分(P3)の初期条件である慣性的回転エネルギーは零又は小さい値であるから、本巻締めで投入するエネルギーのみで本巻締めを行って、ある値より小さいトルク(回転力)で確実に巻締めを最終的に行うことができる。本巻締め周期部分の回転体の回転角度は設定回転角度に制御され、本巻締めの角度が管理されていて、力をかけられているがキャップが現実には回転しないという不正巻締めを確実に回避することができ、結果的に、巻締めが確実に行われているかの全数検査又は抜き取り検査が不要になる。

【0010】本巻締め周期部分(P1)の回転体のトルクは設定トルクよりも小さく、且つ、本巻締め周期部分(P1)の回転体の回転角度は設定回転角度に制御されていることが、特に好ましい。トルク制御と角度制御とが行われ、柔らかすぎることもなく硬すぎることもない最終巻締め状態が得られる。

【0011】仮巻締め周期部分(P2)の回転体の速度が零まで低下することは、特に好ましい。仮巻締め周期部分(P2)の回転体は、回転体のトルクが低下しない

で回転体の速度が低下することが更に好ましい。仮巻締め周期部分(P1)の回転体のトルクが上昇しながらその速度が低下することは、この周期部分の時間を短縮させる効果がある。

【0012】キャップに接触し始めた後の規定位置 x_s の回転体の慣性的回転エネルギーが $I \omega^2$ で表され、トルクが T_m で表され、回転体が受ける摩擦抵抗に基づく摩擦抵抗トルクが $(T_c + T_h)$ で表され、 T_c はキャップ(15)とボトル(16)との間の摩擦に基づくトルク関数 $T_c(x)$ であり、 T_h は定数であり、仮巻締め周期部分(P2)の回転体が停止する位置が x_{s+t_0} で表され、位置 x_s と位置 x_{s+t_0} の間の回転体の運動方程式と後述されるエネルギー収支式とにより、位置 x_s と位置 x_{s+t_0} との間の仮巻締め周期部分の時間 T が求められる。このように計算される時間に基づいて本巻締めの開始時刻(t_3)が設定されることになる。このように計算により求められる時間・時刻と現実に個々に寸法が異なる製品ごとの時間・時刻はある許容範囲内でバラツキがあって一致しないが、計算値と実測値の一致性は制御が適正に確実に行われていることを保証する。このような保証によって速度が一旦零になつてから後に行われる本巻締めの巻締め精度がより確実に保証されることになる。

【0013】仮巻締め周期部分の前半の前記 $T_c(x)$ は項 $(Ax+B)$ を含み、仮巻締め周期部分の後半の $T_c(x)$ は項 $(Cx+D)$ を含み、時間 T は、前半部分 t_s と後半部分 t_t との合計であり、 t_s と t_t はそれぞれに後述される式により確実に規定される。

【0014】定数の組(A, B, C, D)の値を変更する定数設定ユニット(28)が追加されている。定数設定ユニット(28)の追加により、多種容器の物性・寸法に即座に対応することができる。定数の組(A, B, C, D)の値は、器種の変更による時間($t_s + t_t$)の変更に技術的に均等である。

【0015】本発明によるキャッパのモータ制御方法は、サーボモータ(12)の出力軸に連結する回転体に回転エネルギーを与えるステップS1と、回転体エネルギーに対応する慣性力により回転体に同体のキャップ(15)をボトルの口栓(16)に巻締めるステップS2と、ステップS2の最終速度よりも速い速度でキャップ(15)を口栓(16)に巻締めるステップS3とから構成されている。ステップS3の速度は零でないから、キャップは必ず回転的に最終的に締め付けられる。

【0016】ステップS3の回転体の回転角度は規定回転角度に制御されていることが特に重要である。ステップS2の回転体の速度は零まで低下することが好ましいことは既述の通りである。ステップS3の回転体のトルクは、ステップS3の巻締め終了時点のトルクを越えない。巻締め終了時点のトルクは、密封性と開栓力との兼ね合いで規定されていて、本巻締め周期部分(P3)の

巻締めトルクは、巻締め終了時刻のトルクより小さいので、最終的に確実に規定トルクで締め付けられ、且つ、開栓力もそのトルクで規定される。

【0017】本発明によるキャップのモータ制御方法は、回転体の慣性的回転エネルギーにより回転体に保持されているキャップをボトルに仮巻締めするステップS1と、ステップS1の回転体の最終速度よりも速い速度で規定角度だけキャップを規定トルク以下で回転させて本巻締めするステップS2とから構成されている。ボトルの種類に対応して慣性的回転エネルギーの大きさを変更することは重要である。

【0018】

【発明の実施の形態】図に対応して、本発明によるモータ制御型キャップの実施の形態は、キャップがリンサとフィラとともに設けられている。そのリンサ1は、図1に示されるように、第1回転的搬送路2と、第1回転的搬送路2に沿って配置される複数の洗浄機（図示されず）とから形成されている。洗浄機の複数化は、第1回転的搬送路2により搬送される瓶の単位時間当たり本数を多くすることができます。搬送方向に隣り合って並ぶ2つの瓶が基準定点を通過する時間間隔は△Tに設定されている。そのフィラ3は、第2回転的搬送路4と、第2回転的搬送路4に沿って配置される複数の瓶詰め機（図示されず）とから形成されている。第1回転的搬送路2は、第2回転的搬送路4に連続的に接続している。

【0019】そのキャップらは、回転円盤型搬送路6と巻締め機（図示されず）とから形成されている。第2回転的搬送路4は、搬送的に連続に回転円盤型搬送路6に接続している。搬入側搬送路7は、第1回転的搬送路2に連続的に接続している。回転円盤型搬送路6は、搬出側搬送路8に連続的に接続している。搬入側搬送路7により搬送され基準定点を通る瓶の単位間当たり本数は、搬出側搬送路8により搬送され基準定点を通る瓶の単位間当たり本数に等しい。

【0020】図2は、キャップらの機械要素の配置関係を示している。キャップらは、1円周上に等角度間に複数の瓶を固定的に配置する回転円盤（図示されず）と、巻締め機9とから構成されている。巻締め機9は、キャップの回転円盤と、その回転円盤に同期し又はその回転円盤に同体に回転する回転軸11と、回転軸11に同体に回転円盤とともに回転するサーボモータ12と、サーボモータ12により駆動されて回転するキャップ把持部13とから形成されている。キャップ把持部13は、サーボモータ12の出力軸14に同体に結合している。巻締め機9の回転駆動源とその回転速度とは、出力軸14の回転駆動源とその回転速度とにそれぞれにメカ的には独立である。巻締め機9には、メカ的クラッチは原理的には不要である。回転軸11の制御回転速度は、サーボモータ12の制御回転速度に物理的に影響を与えることはない。

【0021】キャップ把持部13は、回転円盤上の設定回転角度位置でキャップを渡されてそのキャップを把持することができる。サーボモータ12のロータ部分と出力軸14とキャップ把持部13とにより一体に形成される一体回転体（以下、ヘッド換算回転体という）は、後述する（慣性）回転モーメントIを有している。

【0022】図3(a)は、キャップ把持部13とキャップ15とPETボトルの口栓部分16との巻締め時の力学的結合関係を示している。キャップ15は、キャップ把持部13にそれの内面で確実に結合している。キャップ15の内面には、雌ねじ溝面17が形成されている。口栓部分16の外面上には、雄ねじ溝面18が形成されている。図3(a)は、雌ねじ溝面17と雄ねじ溝面18とが接触を開始した接触開始時点（サイドシール仮巻締め開始時点）t1を示している。この接触開始時点 t1より時間的以降に、キャップ15と口栓部分16との間で摩擦トルクが発生する。接触開始時点 t1から次に述べられるトップシール仮巻締め開始時点(t2)まで、雌ねじ溝面17と雄ねじ溝面18の接触面積が概ね線形に増大し、図4に示されるように、そのサイドシール仮巻締め摩擦トルクTcは概ね線形に増大していく：

$$T_c = Ax + B \dots \dots \dots (1)$$

ここで、xは、キャップ把持部13又はキャップ15の回転角度θ又はその回転角度θに対応する（回転角度θ×半径×2π）の有効円周長さを示している。

【0023】図3(b)は、キャップ把持部13が降下して、キャップ15の天井側裏面に貼付けられている密封材（パッキング）19の裏面（瓶から見て内側面）が口栓部分16の天面に面着的に接触し始めるトップシール仮巻締め開始時点（サイドシール仮巻締め終了時点）t2を示している。トップシール仮巻締め開始時点 t2から次に述べられるトップシール仮巻締め終了時点(t_{s+t+p})まで、雌ねじ溝面17と雄ねじ溝面18の接触面積は概ね一定であるが、図4に示されるように、巻締め機9の圧縮抵抗が概ね線形に増大し、そのトップシール仮巻締め摩擦トルクTcは概ね線形に増大していく：

$$T_c = Cx + D \dots \dots \dots (2)$$

$$C > A$$

【0024】図3(c)は、式(2)で表される摩擦トルクに抗してトップシール仮巻締めが完了していて、キャップ把持部13の回転が完全に停止したトップシール仮巻締め完了時点(t_{s+t+p})を示している。

【0024】密封力Fsは、一般に次式で定義されている。

$$Fs = P/S$$

P：締め付け圧力

S：雌ねじ溝面17と雄ねじ溝面18の接触面積

密封力Fsがより大きい場合、消費者が逆にそのキャップを開ける際の開栓力がより大きくなる。キャップ15

は、消費者にとってそれほどには抵抗感がない開栓力（密封力に一致しない）に対応する密封力でボトルに締め付けられ、且つ、その密封力で密閉性が適正であることが重要である。（キャップの直径×女性の平均的指のつまみ回転力）で表される開栓トルクに対応する密閉力は、通常、トルク（（フォースF×規定される回転半径）で定義される）で管理されている。

【0025】図5は、搬入ーボトル供給一巻締め開始一巻締め完了一搬出の順序ステップの集合である巻締めサイクルの巻締めプロセスを示している。サーボモータ12とキャップ把持部13とから形成される巻締め機9が搭載されているキャッパ5の既述の回転円盤（カム）21は、上流側の第1回転カム22と下流側の第2回転カム23に力学的に互いに外接して一連の既述の搬送路を形成している。回転円盤21と第1回転カム22と第2回転カム23とは、互いに噛み合うスターホイールであり、互いに間欠的に回転速度を変更しながら同期的に回転している。

【0026】位置1／ステップS1：回転円盤21の回転角度位置1（図中の丸1）であるボトル供給点で、1つの巻締め機のキャップ把持部13にキャップ15が供給される。

位置2／ステップS2：そのキャップ15が回転円盤21の回転角度位置2に到達した時に、第1回転カム22で搬送され回転角度位置2に一致する位置の瓶（ボトル）がキャップ15の真下に位置している。

【0027】位置3／ステップS3：回転円盤21の回転角度位置3（後に述べられる位置x_{s e t 1}に対応）に到達した時に、既述の仮り巻締め開始時点t₁で仮巻締めが開始される。

位置4／ステップS4：回転円盤21の回転角度位置4（後に述べられる位置x_{s e t 0 p}に対応）に到達した時に、既述のトップシール仮巻締め完了時点t_{s e t 0 p}で仮巻締めが完了し、更に、本巻締めが完了している。

【0028】位置5／ステップS5：回転円盤21の回転角度位置5に到達した巻締め完了ボトルは、位置5である排出点で第2回転カム23に移乗する。位置3から位置4までの巻締め時間は、目標時間幅である目標設計定数である。

【0029】図6(a), (b), (c)は、本発明によるキャッパのモータ制御方法の実施の形態を示している。図6(a)は、実線で1サイクルの設定速度（上限値）を示している。キャップがボトルに全く接触しない巻締め準備期P1の速度設定値はV_{s e t 1}で示され、仮巻締め期P2の速度設定値はV_{s e t 2}で示され、本巻締め期P3の速度設定値はV_{s e t 3}で示され、速度V_{s e t 1}, V_{s e t 2}, V_{s e t 3}の大小関係は次式で示される。

$$V_{s e t 1} > V_{s e t 2} > V_{s e t 3}$$

図6(a)は、点線で1サイクル内の現実速度（計算に

よる推定値又は実測値）を示している。

【0030】図6(b)は、実線で1サイクルの設定トルク（上限値）を示している。巻締め準備期P1のトルク設定値はT_{s e t 1}で示され、仮巻締め期P2は、仮巻締め期前半と仮巻締め期後半に分けられている。仮巻締め期前半のトルク設定値はT_{s e t 2 1}で示され、仮巻締め期後半のトルク設定値はT_{s e t 2 2}で示されている。本巻締め期P3のトルク設定値はT_{s e t 3}で示されている。図6(a)は、点線で1サイクル内の現実トルク（計算による推定値又は実測値）を示している。

【0031】図6(c)は、運転の2種状態を示している。巻締め準備期P1と仮巻締め期前半の期間は運転ON状態（サーボモータ12のON状態）であり、仮巻締め期後半は運転OFF状態であり、本巻締め期P3の運転状態はON状態である。仮巻締め期後半のみが、OFF状態になっている。このようなOFF状態期間を設けることは、慣性モーメントIを持つ既述のヘッド換算回転体の回転運動エネルギーの過度の上昇を抑制し、図6(a)に示されるように、時刻t_{s e t 0 p}と位置x_{s e t 0 p}で、ヘッド回転換算体を一旦停止させることができる点で重要な意義がある。図6(b)の横軸は、位置xを時間軸t上の時刻に一致対応させて示している。

【0032】図6(a)に示されるように、時刻t₀で、サーボモータ12がON状態になって、サーボモータ12のロータ、出力軸14、キャップ把持部13とから形成される慣性モーメントIのヘッド換算体の回転角速度（以下、速度という）は、急峻に増大して設定速度V_{s e t 1}に素早く到達する。図6(b)に示されるように、ヘッド換算体の実トルクは、設定トルクT_{s e t 1}を越えないトルクが瞬間に与えられ、直ちに低いトルクに維持される。時刻t₁・位置x₁で、仮巻締めが始まって、図3(a)に示されるように、キャップ15が口栓部分16に接触し始め、式(1)で表されるサイドシール仮巻締め摩擦トルクT_cとヘッド換算体が受ける摩擦に基づくヘッド換算摩擦トルクT_hの抵抗を受けて、ヘッド換算体は、図6(a)に示されるように、実速度V_{r e a 1}で速度降下する。仮巻締め期前半の設定トルクT_{s e t 2 1}は低く抑えられているが、サーボモータ12の出力は零でなく、ヘッド換算体に与えられるトルクは零でないが、既述の2通りの摩擦抵抗を受けるヘッド換算体の速度は上昇せず概ね一定に維持されている。図3(b)に示されるように、キャップ15の密封材19が口栓部分16の天面に接触し始めると、ヘッド換算体は、式(2)と図4で示される圧縮抵抗起因のトップシール仮巻締め摩擦トルクT_cとヘッド換算摩擦トルクT_hを受けながら（それらの抵抗力は回転方向に対して負で定義される）、巻締めに要する力（巻締め力は正）によるエネルギーがキャップとボトルの接触部位に提供される。仮巻締め期後半では、図6(c)に示されるように、サーボモータ12はOFF状態であ

11

り、ヘッド換算体は慣性で回転しているが、その慣性回転エネルギーは摩擦ロスと仮巻締めエネルギーとして消費され、図6(a)に示されるように、ヘッド換算体の速度は低下していき、時刻 t_{s+t_0} ・位置 x_{s+t_0} で、完全に停止する。

【0033】時刻 t_{s+t_0} から暫時後に、本巻締め開始時刻 t_3 ・位置 x_3 でサーボモータ12は再びON状態になる。 $t_{s+t_0} > t_3$ にならないように制御されている。図6(a)に示されるように、本巻締め開始時刻 t_3 で、ヘッド換算体の速度は立ち上がり始める。ねじ部の僅かの変形と圧縮部の僅かな変形が可能であるが、すぐにその変形は不可能になる。本巻締めの初期条件は、ヘッド換算体の回転エネルギーが零又は実質的に零に小さく抑えられていて、慣性エネルギーは立ち上がり時に実質的に零であり、立ち上がり後の加速により蓄積される運動エネルギーは僅かであり、すぐに変形が変形不可能点に近づき、ヘッド換算体の速度は、すぐに頭うちになり、図6(b)に示されるようにトルクは上昇過程Aを辿っているが、変形の復元力により逆に減速されて時刻 t_4 で零になる。このような本巻締めによる最後の一押しで、キャップ15はボトルに確実に安定的に巻き付くことになる。

【0034】1周期Tは、巻締め準備期P1の周期部分T1と、仮巻締め期P2の周期部分T2と、本巻締め期P3の周期部分T3により、下記式で表される。

$$T = T_1 + T_2 + T_3$$

ここで、周期部分T2は、仮巻締め期P2の前半の周期*

$$\int (T_c + Th - T_m) dx = (90/\pi) I \omega^2 \dots \dots \quad (3)$$

右辺の初期慣性エネルギーと時々刻々に付加されるエネルギーとが摩擦のため消費され尽くされて、ヘッド換算体が停止する位置 x は、式(3)から求められる。重力※

$$\begin{aligned} \int (T_c' + Th' - T_m') dx \\ = (2, 5\pi \cdot GD^2/g) N^2 \dots \dots \quad (3') \\ GD^2 = 4I(kg \cdot m^2 : \text{ヘッド換算}) \end{aligned}$$

ここで、Nは位置 x_s でヘッド観点数が獲得している回転数(rpm)であり、適正に定められる可変的設計定数である。以下、トルクの単位変換を示す'は省略される。

★

$$\begin{aligned} \int x^2 dx_s (Ax + B + Th - Tm) dx \\ + \int x^{s+t_0} dx_2 (Cx + D + Th - Tm) dx \\ = (2, 5\pi \cdot GD^2/g) N^2 \dots \dots \quad (4) \end{aligned}$$

ここで、積分記号の右上添字と右下添字は、積分開始位置と積分終了位置をそれぞれに示している。式(4)か☆

$$\begin{aligned} x_{s+t_0} \\ = -(D + Th - Tm) \pm \sqrt{(S/C)} \dots \dots \quad (5) \end{aligned}$$

ここで、√の後の1組の括弧()は、この括弧の中の値が平方根化されることを意味している。Sは、次式で表される。

$$S = (D + Th - Tm)^2 - C((A - C)x_2^2 + 2(B - D)x_2 - Ax_s^2 - 2(B + Th - Tm)x_2)$$

12

*部分T21とそれの前半の周期部分T22との合計である。巻締め準備期P1の周期部分T1は、本巻締め完了から次周期に入るまでの設定待ち時間を含んでいる。

$$T = T_1 + (T_{21} + T_{22}) + T_3$$

【0035】周期部分T1と周期部分T3とは、容器の物性、開栓力の仕様、全系のサイクル設定などにより概ね規定されている。1サイクル周期のうちで変更許容度が高い周期部分は、仮巻締め期P2のT2である。このT2は、計算により求められることが重要である。

10 【0036】図4と図6(b)に、仮巻締めが実質的に有効に開始される位置は、 x_s で表されている。その時刻は t_s で表されている。エネルギー収支を示すエネルギー保存則によれば、次式が成立する。

$$\int 2\pi \cdot (dx/360) \cdot (Tc + Th) = (1/2) I \omega^2 + \int 2\pi \cdot (dx/360) \cdot Tm$$

左辺は、ボトルとキャップ15のねじ部分の噛み合い摩擦トルク(有効回転半径は一定であり、トルクは実質的に摩擦力に対応していて、積分結果はエネルギーである) Tc とヘッド換算体の摩擦トルク Th の積分値であるエネルギーロスを示している。右辺第1項は、位置 x_s に対応する時刻 t_s でヘッド換算体が有している初期回転運動エネルギー(初期条件)である。 ω は角速度を示している。右辺第2項は、巻締め・圧縮・締め付けのために有効に用いられた巻締め用投入エネルギーである。 Tm は、巻締め・圧縮・締め付けのために設定されているトルクであり可変設計定数である。上式は次式の形に変形される:

$$\int 2\pi \cdot (dx/360) \cdot (Tc + Th) = (1/2) I \omega^2 + \int 2\pi \cdot (dx/360) \cdot Tm$$

左辺は、ボトルとキャップ15のねじ部分の噛み合い摩擦トルク(有効回転半径は一定であり、トルクは実質的に摩擦力に対応していて、積分結果はエネルギーである) Tc とヘッド換算体の摩擦トルク Th の積分値であるエネルギーロスを示している。右辺第1項は、位置 x_s に対応する時刻 t_s でヘッド換算体が有している初期回転運動エネルギー(初期条件)である。 ω は角速度を示している。右辺第2項は、巻締め・圧縮・締め付けのために有効に用いられた巻締め用投入エネルギーである。 Tm は、巻締め・圧縮・締め付けのために設定されているトルクであり可変設計定数である。上式は次式の形に変形される:

$$\int 2\pi \cdot (dx/360) \cdot (Tc + Th) = (1/2) I \omega^2 + \int 2\pi \cdot (dx/360) \cdot Tm$$

※加速度を用いる実用的に慣用的である単位系では、式(3)は次式で表される。

【0037】

★【0038】仮巻締め期前半と仮巻締め期後半では、トルク Tc は式(1, 2)で示されるように変更されるので、より具体的には式(3')は次式で表される:

☆ら、ヘッド換算体が停止する位置 x_{s+t_0} は、次のように計算される。

◆ $s - 5\pi GD^2/g N^2$

式(1)と式(2)は、位置 x の1次式で近似的に表されているが、より厳密には、 x の2次成分、より高い高次成分で表される。式(1)と式(2)は、少なくとも明示されている2項をそれぞれに含んでいる(comprise

13

又はinclude)。更には、メカの必要上で、ヘッド換算体の回転軸系に挿入されているスプリングなどの付加的外力に基づく摩擦トルクが存在している。

*

$$\begin{aligned} Tm - (Ax + B) - Th \\ = -Ax - B - Th + Tm = (5\pi \cdot GD^2 / 36g) x' \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

ここで、 x の右上添字の1つの“’”は、その1つについて時間に関する1階微分を示す。今、 X と E を次式で定義する。

$$X = -Ax - B - Th + Tm$$

$$E = 5\pi \cdot GD^2 / 36g$$

この定義の式を時間について1回・2回微分する：

$$dx/dt = -A dx/dt$$

$$d^2x/dt^2 = -A d^2x/dt^2$$

* 【0039】停止までの時間もは、式(5)と運動方程式により求められる。運動方程式は、次式で示される。

14

※従って、

$$x'' = -(1/A)x'$$

この式と元の式(6)とから、下記表現の運動方程式が得られる：

$$x'' + (A/E)x = 0 \dots \dots \dots (7)$$

【0040】式(7)の解は、よく知られているよう、次式で表される。

※

$$\begin{aligned} X &= a \sin pt + b \cos pt \\ &= a \sin(\sqrt{(A/E)}t) + b \cos(\sqrt{(A/E)}t) \dots \dots \dots (8) \end{aligned}$$

)

$t = 0$ であれば、

$$x = x_s \quad (X = -Ax_s - B - Th + Tm)$$

$$x' = (360/60) N = 6N \quad (X' = -Ax' = -20 \text{ b} = b - Ax_s - B - Th + Tm \dots \dots \dots (9))$$

6AN)

★ 【0041】これより、

$$a = 6\sqrt{(A/E)}N$$

$$b = b - Ax_s - B - Th + Tm \dots \dots \dots (9)$$

★ 従って、

$$\begin{aligned} X &= a \sin pt + b \cos pt \\ &= \sqrt{(a^2 + b^2)} \sin(pt + \beta) \\ &= \sqrt{[(\pi 2A \cdot E / 900) N^2 + (-Ax_s - B - Th + Tm)^2]} \\ &\times \sin[-\sqrt{(A/E)}t + \\ &\tan^{-1}\{\sqrt{30(Ax_s + B + Th - Tm) / (\pi\sqrt{(AE)N)}}\}] \dots \dots \dots (10) \end{aligned}$$

【0042】 $x = x_2$ 、 $= t_s$ で、

$$\star (pt_s + \beta)$$

$$-Ax_2 - B - Th + Tm = \sqrt{(a^2 + b^2)} \sin \star 30 \text{ これから、}$$

$$\begin{aligned} t_s &= [\sin^{-1}\{(-Ax_s - B - Th + Tm) / \sqrt{(a^2 + b^2)}\} - \beta] / \\ &p \dots \dots \dots (11) \\ t_{x_2} - t_{x_s} &= t_s \end{aligned}$$

【0043】次に、位置 x_2 から位置 $x_s + p$ までの

時間 t_{x_2} が求められる。運動方程式は、次式で示され ◆

$$\begin{aligned} Tm - (Cx + D) - Th \\ = (5\pi \cdot GD^2 / 36g) x' \dots \dots \dots (12) \end{aligned}$$

同様に、 X と E を次式で定義する。

$$X = -Cx - D - Th + Tm$$

$$E = 5\pi \cdot GD^2 / 36g$$

この定義により、同様に、

$$x' = -(C/E)x'$$

この式と元の式(6)とから、下記表現の運動方程式が得られる：

$$x' + (C/E)x = 0 \dots \dots \dots (13)$$

【0044】この時間の区間で、 $t = 0$ で $x = x_2$ であるから、

$$x_2' = -Cx_2' = -C[-(-\sqrt{(A/E)}) \cdot \sqrt{(6\sqrt{(AE)N})^2 + (-Ax_s - B - Th + Tm)^2}] / A$$

$$= \sqrt{(a^2 + b^2)} \sin(pt + \beta) \dots \dots \dots (14)$$

* $m^2 \} \cdot \cos(-\sqrt{(A/E)t_s + \beta})] / A$

40 【0045】式(13)の解として、次式：

$$X' = ap \sin pt - bp \cos pt$$

これから、

$$a = X_2' / p$$

$$b = -Cx_2 - D - Th + Tm$$

これより、

$$X = -Cx_2 - D - Th + Tm$$

$$= \sqrt{(a^2 + b^2)} \sin(pt + \beta)$$

これから、 t が求められる：

$$t = [\sin^{-1}\{(-Cx_2 - D - Th + Tm) / \sqrt{(a^2 + b^2)}\} - \beta] / p \dots \dots \dots (15)$$

$$= 50$$

15

ここで、 $\beta = t \tan^{-1} b/a$

これから、

$$t_t = [\sin^{-1} \{ (-C x_{s+t_0} - D - Th + T_m) / \sqrt{(a^2 + b^2)} \} - \beta] / p$$

既述の時間T21, T22は、次式で表される。

$$T21 + T22 = t_s + t_t \dots \dots \quad (14)$$

【0046】この値と本巻締め時間T3の合計は、設計時間定数Tより小さい。

$$T21 + T22 + T3 = t_s + t_t + T3 <= T$$

この設計時間定数Tは、機械的干渉と材料強度の限界を考慮して図1に示される全系に使用される既述のカムを設計する場合の最小時間(限界値)である。このような条件を充足するように、式(1)と式(2)の定数A, B, C, Dが設計定数として規定される。

【0047】図7は、本発明によるモータ制御型キャッパの実施の形態の制御回路を示している。モータとしてサーボモータ12が好適に用いられる。図7は、ヘッド換算回転体のうちキャップ把持部13と出力軸14とを示している。ヘッド換算回転体は、速度指令信号25により目標速度が制御され、その目標速度はフィードバック信号26により補正される。速度指令信号25は、モータ出力制御用コンピュータの制御ユニット27によって生成される。ヘッド換算体の速度はフィードバック信号26としてサーボモータ12から出力されて第1回転的搬送路2に入力される。

【0048】式(1)と式(2)の定数組(A, B, C, D)は、入力器28により入力される。この定数組(A, B, C, D)は、制御ユニット27に記載されているプログラムの未記入定数に代入される。又は、この定数組(A, B, C, D)は、ボトルの器種番号が入力器28から制御ユニット27に入力されることにより、その器種番号に対応する定数組(A, B, C, D)がそのままのプログラムに設定され、式(14)の合計時間(t_s + t_t)が設計時間定数又はそれ以下になるように計算され、このように計算された合計時間は制御ユニット27のメモリ29に記録される。その合計時間(t_s + t_t)に対応する巻締め準備期P1の初期速度V1(設定速度に一致)が決定される。このように決定された初期速度V1は、器種対応でメモリ29に記録される。入力器28により入力される器種に対応して、その初期速度V1が制御ユニット27から出力される速度指令信号25によりヘッド換算体に与えられる。図6(a)に示されるように、その初期速度は不定時間の間で維持され得る。この不定時間は、キャップ把持部13の降下速度とボトル寸法の誤差が非常に小さいので、全体のタイムサイクルにはほとんど影響を与えない。

【0049】仮巻締めが実質的に開始されて、式(1)と式(2)で規定される仮巻締め時間(t_s + t_t)の経過後に、ヘッド換算体は停止する。ヘッド換算体が停止する間での仮巻締め期間(t_s + t_t)P2の後半

16

は、図6(c)に示されるように、電源が完全にOFF状態になっていて、速度制御は全く行われず、従って、速度制御に対応するトルク制御も行われず、無制御期間であり、時刻t_{s+t_0}で完全に又は実質的に停止する。実質的に停止することは、速度が規定速度以下になって、本巻締め周期P3に移行することが巻締め精度に影響しない速度まで低下することを意味する。

【0050】慣性エネルギー(惰性回転のエネルギー)が完全に又は実質的に完全に消費されて、ヘッド換算体は自然に停止する。従って、ヘッド換算体の持つエネルギーが本巻締め期間P3の巻締めエネルギーに用いられることが確実になく、本巻締めトルクが規定トルク以上に上昇することが確実にない。本巻締め周期部分で改めて与えられる本巻締めトルクのみにより本巻締めが行われ、且つ、本巻締め周期部分でヘッド換算体が回転する回転角はフィードバック制御又は時刻列トルクにより制御される。このような本巻締め周期部分P3の速度は小さく、その慣性エネルギーは小さいので、本巻締め周期部分P3のトルクは規定トルクを越えることがより確実にない。

【0051】

【発明の効果】本発明によるモータ制御型キャッパ、及び、キャッパのモータ制御方法は、本巻締めに入る初期条件を整えておいて、あるトルクである回転角度でキャップを駆動するので最終トルクの最終巻締めが確実に行われ、特にその回転角度を管理することにより、最終巻締めの精度が向上し、硬すぎず柔らか過ぎることがない巻締めが可能になっている。仮巻締めの慣性エネルギーが消費されているから、更に、本巻締めの精度が向上しその精度を確実に保証することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明によるモータ制御型キャッパの実施の形態の搬送系を示す平面図である。

【図2】図2は、巻締めの回転系を示す正面図である。

【図3】図3(a), (b), (c)は、巻締め準備期間の終了状態、仮巻締め期間の初期状態、本巻締め期間の終了状態をそれぞれ示す正面断面図である。

【図4】図4は、仮巻締め期間の摩擦抵抗の変化を示すグラフである。

【図5】図5は、巻締めのプロセスを示すフロー図である。

【図6】図6(a), (b), (c)は、速度、トルク、運転制御状態とをそれぞれ示すタームチャートである。

【図7】図7は、本発明によるモータ制御型キャッパの実施の形態を示す回路ブロック図である。

【符号の説明】

12…モータ

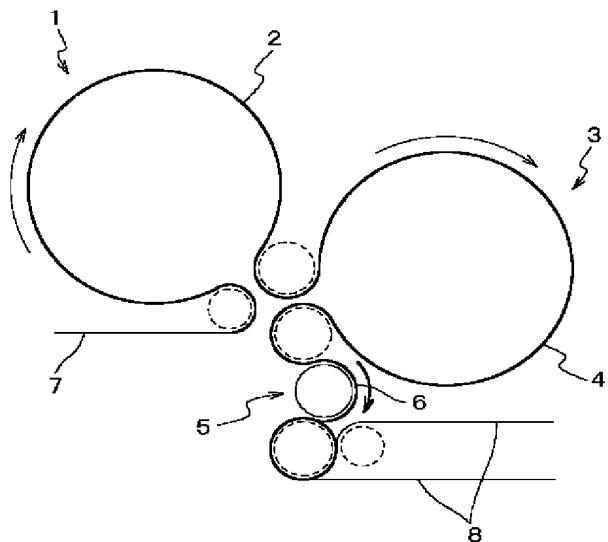
13…把持部分

14…出力軸

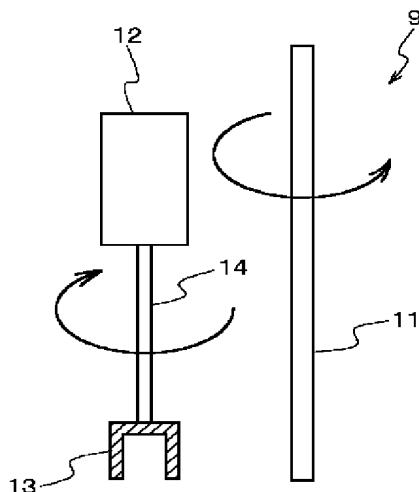
15…キャップ
16…ボトル(口栓)
28…定数設定ユニット

P1…予備周期部分
P2…仮巻締め周期部分
P3…本巻締め周期部分

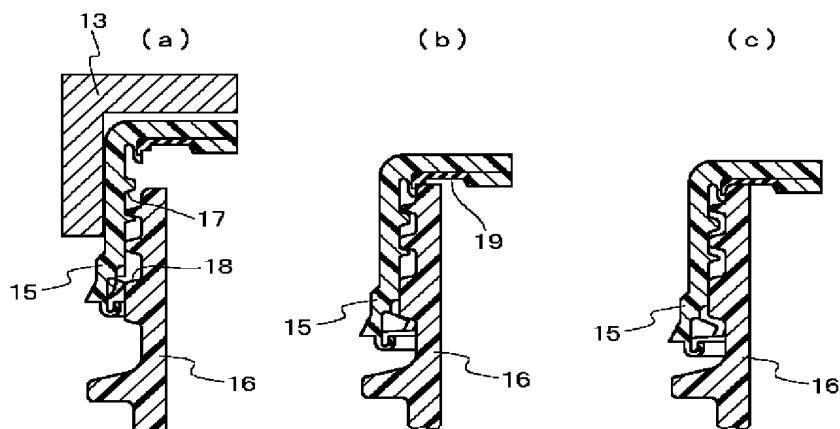
【図1】



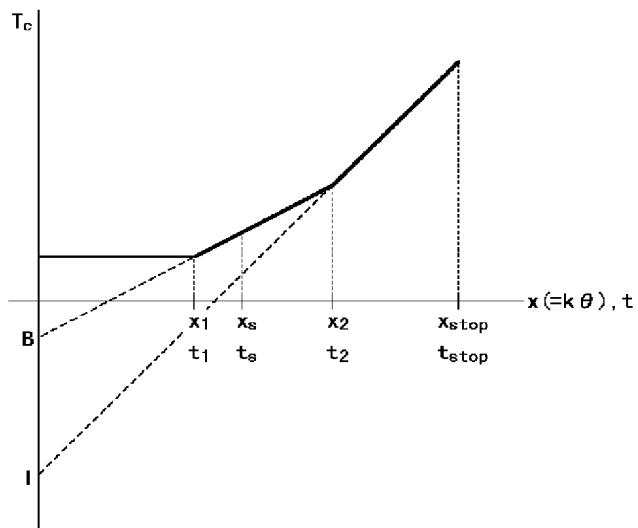
【図2】



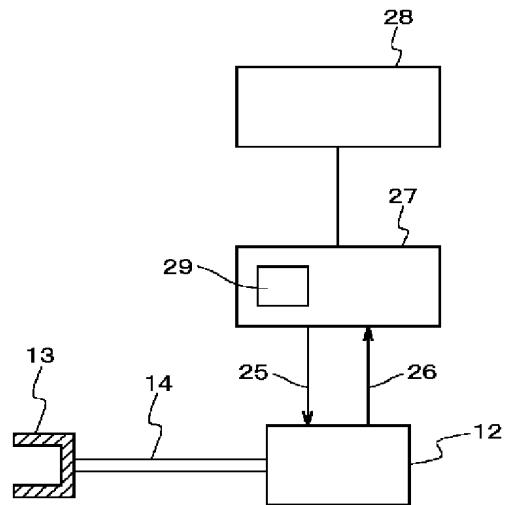
【図3】



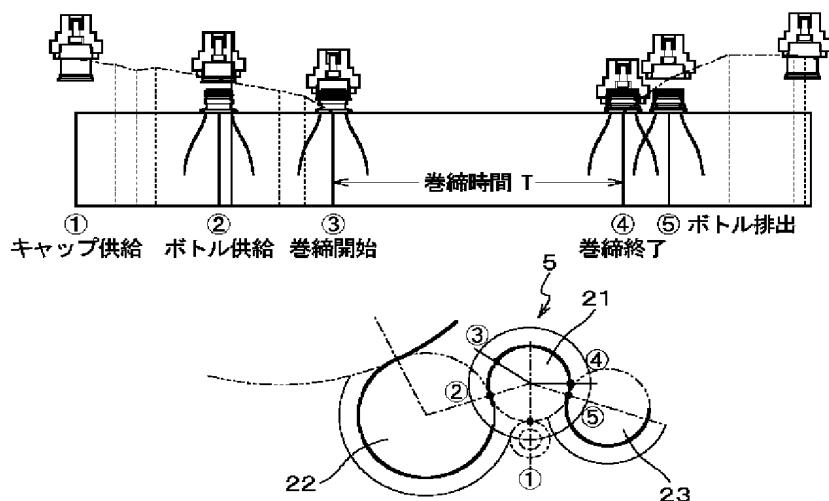
【図4】



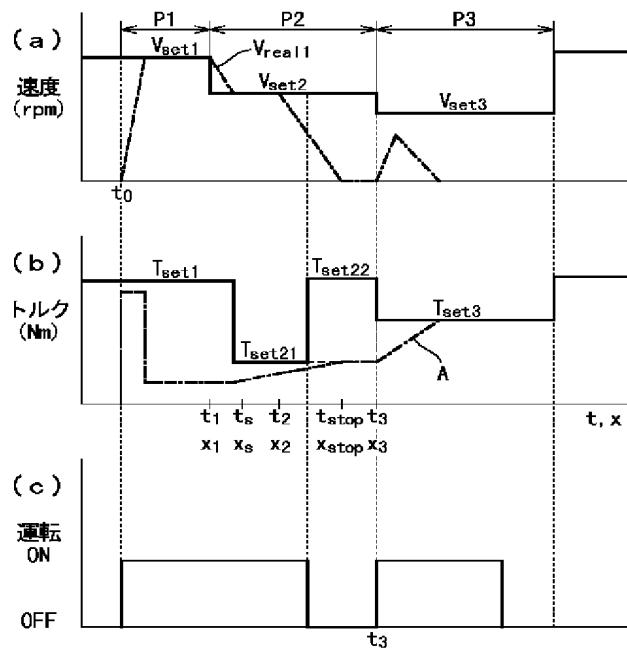
【図7】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 浩文

愛知県名古屋市中村区岩塚町字西枝一番地
の一 株式会社アル・エス・イー内

F ターム(参考) 3E080 AA07 CD02 CD12 CF07

PAT-NO: JP02002308381A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002308381 A
TITLE: MOTOR CONTROLLED CAPPER AND
MOTOR CONTROL METHOD
THEREFOR
PUBN-DATE: October 23, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ISHIKURA, SHINJI	N/A
INUKAI, NORIO	N/A
ITO, HIROFUMI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	N/A

APPL-NO: JP2001114566

APPL-DATE: April 12, 2001

INT-CL (IPC): B67B003/26

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To insure that a seaming torque which works final for seaming is smaller than a reference seaming torque and that the seaming is reliably performed by the reference seaming torque.

SOLUTION: A rotary body connected to an output shaft 14 of a motor 12, to which an output control operation is performed, to be rotated and having a holding portion 13 for holding a cap 15 is provided. A control period for the motor 12 has a plurality of sequential period portions. The plurality of sequential period portions have a preliminary period portion P1 in which the rotary body is driven for rotation under the condition that the cap 15 is not brought into contact with a bottle 16, a provisional seaming period portion P2 in which a rotational speed of the rotary body is slowed down under the condition that the cap 15 is brought into contact with the bottle 16, and a regular seaming period portion P3 in which the rotary body is rotated at a speed faster than the speed slowed down in the provisional seaming period portion P2. Since refastening is performed by positively driving the rotary body for rotation in the regular seaming under the condition that the speed in an initial condition is slowed down in the provisional seaming period portion P2, fastening which may occur without the rotation of the rotary body although a torque is given is avoided. A rotational angle of the regular seaming is governed and controlled to a value which is not zero.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO